

Importancia de la manufactura en las empresas.

Importance of manufacturing in companies.

Jhary Steven Ledesma Cervantes^{*}; Jasmín Lisseth Correa Tipán⁺; Milton Fabián Peñaherrera Larenas^{1,§};

¹Universidad Técnica de Babahoyo

{ledesmajhary@gmail.com; jaslicoti1995@hotmail.com; mpenaherrera@utb.edu.ec}

Fecha de recepción: 29 de mayo de 2019 — Fecha de revisión: 18 de junio de 2019

Resumen: La importancia de la manufactura, se encarga de eliminar los problemas complejos más diversos, es considerado de gran utilidad para guiar la aplicación de propuestas de mejora en organizaciones reales. Los sistemas de producción han evolucionado en los criterios de operación, de las decisiones que se toman en cuenta a los usuarios de la producción, como en el pensamiento esbelto. En este contexto, se presenta el estudio de un sistema de manufactura, que analiza y muestra las relaciones entre parámetros y medidas de desempeño. Se verifica así que es necesario la manufactura para la formulación de un modelo de mejora dirigida a las entidades sobre bases esbeltas.

Palabras clave — *Esbelto, Desperdicios, Herramienta Lean, Competitividad.*

Abstract: The importance of manufacturing, is responsible for eliminating the most diverse complex problems, is considered very useful to guide the application of proposals for improvement in real organizations. The production systems have evolved in the criteria of operation, of the decisions that are taken into account to the users of the production, as in the slender thinking. In this context, the study of a manufacturing system is presented, which analyzes and shows the relationships between parameters and performance measures. It is verified that manufacturing is necessary for the formulation of a model of improvement aimed at entities on slender bases.

Keywords — *Slender, Waste, Lean tool, Competitiveness.*

INTRODUCCIÓN

En este ensayo se lleva a cabo un análisis de la importancia de la manufactura, con el objeto de resaltar los beneficios para mejorar la toma de decisiones. Esta aportación es necesaria, puesto que se trata de una organización de alta complejidad, con fuertes interacciones entre sus elementos, una amplia diversidad de puntos de decisión y variedad en la definición de las medidas para calificar su desempeño.

La manufactura esbelta es de origen japonés y que se fundamenta de la eliminación de desperdicios a lo largo del proceso de producción si bien reúne una colección de herramientas dirigidas a la eliminación de la variedad de los tipos de desperdicios, la manufactura esbelta no constituye en sí un método definido.

El desempeño de la investigación, trata de analizar, buscar y definir un procedimiento de aplicación que aproveche sus fundamentos y estructura, en función de aquéllas, la mejor manera de seleccionar las herramientas.

Existen diversas herramientas que pueden ayudar a una empresa a lograr procesos más eficientes y productos de calidad, Lean Manufacturing es una de ellas. Esta filosofía trata de identificar y eliminar todas aquellas actividades que no agregan valor en un proceso, por ejemplo tiempos excesivos de limpiezas y ajustes, paros continuos por fallas en las máquinas, demasiado transporte de personal de un área a otra, etc. Dichas actividades generan altos costos en la operación y vuelven más caro el producto, en consecuencia menos competitivo.

^{*} Estudiante. Universidad Técnica de Babahoyo.
Escuela de Administración.

⁺ Estudiante. Universidad Técnica de Babahoyo.
Escuela de Administración.

[§] Magíster en Administración y Dirección de Empresas.

METODOLOGÍA

El enfoque del ensayo es netamente cualitativa e investigativa a la vez científica usando como referencias artículos, páginas oficiales del cual nos detalle información preliminar basándose en lo que es la manufactura, así como información específica para desarrollar el proceso y llevar a cabo lo que se plantea hacer o realizar.

El ensayo nos revela porque es importante la manufactura esbelta en diversas empresas, ya que indica la identificación y eliminación sistemática del desperdicio y la mejora continua en ambientes de fabricación u operación para aumentar la productividad.

DESARROLLO

El crecimiento acelerado que ha tenido el mundo en los últimos años nos ha llevado a pensar en desarrollos tecnológicos y las redes sociales como las empresas del futuro. Esta visión, no nos permite darle el crédito necesario a la columna vertebral del desarrollo económico. Inversiones en infraestructura y empresas de manufactura han tenido la responsabilidad de levantar países de la pobreza e impulsarlos a ser potencias mundiales y jugadores importantes en la economía global. (Izalla, 2015, pág. 1)

La manufactura esbelta se fundamenta en la reducción del desperdicio y en la calidad de los productos a través del compromiso de cada uno de los integrantes de la organización, así como de una fuerte orientación a la participación en las tareas. Con estos principios, el desempeño se traduce en mayor productividad, menor tiempo invertido, mayor calidad, mayor satisfacción del cliente, mayores ventas y, consecuentemente, mayores utilidades. (Juárez, Roja, Medina, & Pérez, 2011, pág. 38)

“Exploremos la importancia de la manufactura a través del ejemplo de una ensambladora de carros como General Motors o Toyota. Una nueva planta requiere una inversión substancial, no sólo en maquinaria y equipos sino también en construir la fábrica.” (Izalla, 2015, pág. 2)

Uno de los conceptos mejor estructurados y más simplificados es: Una manera simple de mejorar las operaciones o actividades de cualquier sistema de producción. Lean es hacer más con menos y con menos esfuerzo, (menos esfuerzo humano, menos

equipamiento, menos tiempo y menos espacio), es un sistema integrado de principios y métodos, una filosofía de gestión de la empresa que lleva a la perfección de todo el sistema. (M.C. Ibarra & Dra. Ballesteros, 2017, pág. 2)

¿Qué es Manufactura Esbelta?

Manufactura Esbelta o Lean Manufacturing es esencialmente una filosofía que se enfoca en el valor agregado para el cliente, la identificación y eliminación sistemática del desperdicio y la mejora continua en ambientes de fabricación u operación para aumentar la productividad. (Bravo, 2008, pág. 8)

Es un conjunto de principios, conceptos y técnicas que permiten crear un eficiente sistema a fin de reducir el tiempo entre la colocación del pedido y la entrega del producto o servicio, a través de la eliminación del desperdicio, permitiendo el flujo continuo del producto o servicio. (Bravo, 2008, pág. 8)

Objetivos

Desarrollar una filosofía de Mejora Continua que le permita a las compañías eliminar los desperdicios en todas las áreas (desde el departamento de compras de materias primas, hasta servicio al cliente, pasando por recursos humanos, finanzas etc.), reducir sus costos, mejorar los procesos, aumentar la satisfacción de los clientes y mantener el margen de utilidad. (Niño & Olave, 2004, pág. 22)

“Manufactura Esbelta proporciona a las compañías herramientas para sobrevivir en un mercado global que exige alta calidad, entrega rápida a menor precio y en la cantidad requerida”. (Niño & Olave, 2004, pág. 22)

Características

Este sistema se distingue por los siguientes principios según (Niño & Olave, 2004):

- Define el valor e identifica la cadena de valor para su producto.
- Elimina todos los pasos innecesarios en toda cadena de valor.
- Crea flujo de valor: que todo el proceso fluya suave y directamente de un paso que agregue valor a otro, desde la materia prima hasta el consumidor.
- Toda actividad es halada por el Cliente: Una vez hecho el flujo, serán capaces de producir por órdenes de los clientes en vez de producir basado en pronósticos de ventas a largo plazo.
- Persigue la perfección continuamente.

Beneficios

La implantación de Manufactura Esbelta es importante en diferentes áreas, ya que se emplean diferentes herramientas, por lo que beneficia a la empresa y sus empleados.

Algunos de los beneficios que genera son (Díaz Del Castillo, 2009, pág. 2):

- Reducción de 50% en costos de producción
- Reducción de inventarios
- Reducción del tiempo de entrega (lead time)
- Mejor Calidad
- Menos mano de obra
- Mayor eficiencia de equipo
- Disminución de los desperdicios
- Sobreproducción
- Tiempo de espera (los retrasos)
- Transporte
- El proceso
- Inventarios
- Movimientos
- Mala calidad

Cambio de paradigmas en los sistemas productivos

La aplicación del enfoque de la manufactura a la producción tiene una evolución desde la administración científica, con criterios del máximo aprovechamiento, a la producción en masa, pretendidamente llevada por la eficiencia de las operaciones de la cadena, de ahí a la automatización y la informatización por las facilidades de procesamiento y almacenamiento de volúmenes de datos, y algunas alternativas, como la producción justo a tiempo y la teoría de las restricciones. (Juárez, Roja, Medina, & Pérez, 2011, pág. 36)

El enfoque de la manufactura y la producción

El conocimiento de los sistemas de producción no es fácil de generalizar, pues cada organización real posee características propias, de manera que se justifica profundizarlo bajo el enfoque sistémico. (Juárez, Roja, Medina, & Pérez, 2011, pág. 36)

Herramientas de manufactura esbelta

Dentro de las herramientas que se utilizan para la reducción de mudas por medio de la manufactura esbelta se encuentran (Niño & Olave, 2004):

5S

¿Qué es?

Es un concepto que hace referencia a la creación y mantenimiento de áreas de trabajo más limpias,

organizadas y seguras; en otras palabras, es una herramienta que le imprime mayor “calidad de vida” al trabajo. 5S es una estrategia que se orienta a la búsqueda de la calidad total. Las 5S provienen de términos japoneses que diariamente se ponen en práctica pero que no corresponden exclusivamente a la cultura japonesa. Las 5S son (Niño & Olave, 2004):

- Seiri: Organizar
- Seiton: Ordenar
- Seiso: Limpiar
- Seiketsu: Estandarizar
- Shitsuke: Disciplinar

Definición de las 5S.

Seiri (Organizar). Consiste en retirar del área de trabajo aquellos elementos que no son necesarios para la realización de la labor correspondiente. Se clasifican elementos innecesarios en utilizables en otra operación y los inútiles que pueden ser descartados. Esta herramienta genera un ordenamiento en la liberación de espacio y permiten eliminar la mentalidad de “por si acaso”. (Niño & Olave, 2004)

Clasificar consiste en:

- Separar en el lugar de trabajo las cosas realmente necesarias de las innecesarias, eliminando lo excesivo.
- Organizar las herramientas en lugares donde los cambios se puedan realizar en el menor tiempo posible.
- Eliminar elementos que afecten el funcionamiento de los equipos y que pueden generar averías.
- Eliminar información innecesaria que pueda conducir a errores de interpretación o actuación.
- Beneficios de clasificar. Al clasificar, los lugares de trabajo se preparan para ser seguros y productivos; siendo los principales beneficios (Niño & Olave, 2004):
- Liberar espacio útil en plantas y oficinas.
- Reducir tiempos de acceso a material, documentos, herramientas, etc.
- Mejorar control visual de inventarios, elementos de producción, planos, etc.
- Eliminar pérdidas de productos o elementos que se deterioran por largos periodos de almacenamiento en lugares inadecuados.

- Facilitar control visual de materias primas que se agotan y se requieren.
- Preparar áreas de trabajo para desarrollo de acciones de mantenimiento.

Seiton (Ordenar). Consiste en organizar los elementos clasificados como necesarios de tal forma que se puedan encontrar con facilidad. El ordenamiento permite ubicar y mantener cada cosa en su lugar.

Ordenar permite (Niño & Olave, 2004):

- Disponer un lugar adecuado para los elementos utilizados en el trabajo de rutina para facilitar su acceso y retorno al lugar.
- Disponer de sitios identificados para ubicar elementos utilizados con baja frecuencia y para aquellos que no se usarán en el futuro.
- Facilitar identificación visual de la maquinaria (Equipos, alarmas, sentido de giro, etc.)
- Identificar y marcar sistemas auxiliares del proceso (Tuberías, aire comprimido, etc.)

Beneficios de ordenar para el trabajador:

- Facilita el acceso rápido a elementos requeridos en el trabajo, liberando espacio.
- Mejora la información del lugar de trabajo evitando errores y acciones de riesgo potencial.
- Facilita la realización del aseo y la limpieza.
- Aumenta la responsabilidad y compromiso con el trabajo.
- Aumenta la seguridad al facilitar la demarcación de los diferentes lugares de la planta.

Beneficios de ordenar para la organización (Niño & Olave, 2004):

- Simplifica sistemas de control visual en los diferentes puntos del proceso.
- Disminuye pérdidas por errores.
- Aumenta cumplimiento en órdenes de trabajo.
- Mejora estado de los equipos y disminuye averías.

Seiso (Limpieza). Significa eliminar polvo y suciedad de los diferentes lugares de trabajo, incluyendo diseño de aplicaciones para evitar o disminuir la suciedad haciendo más seguros los ambientes de trabajo.

Limpiar requiere:

- Asumir la limpieza como una actividad diaria del mantenimiento autónomo.
- Eliminar diferenciación entre operario de proceso, operario de limpieza y técnico de mantenimiento.
- Inspeccionar, por lo que aumenta el conocimiento de los equipos.
- Buscar las fuentes de contaminación para no limitarse a eliminar constantemente la suciedad.

Beneficios de la limpieza:

- Disminuye riesgos potenciales de accidentes.
- Mejora bienestar (físico y mental) del trabajador.
- Incrementa vida útil de los equipos y facilita identificación de posibles daños en los equipos.
- Reduce mudas de materiales y energía debido a eliminación de fugas y escapes.
- Mejora calidad de los productos, evitando suciedad y contaminación del producto y el empaque.

Seiketsu (Estandarizar). Consiste en mantener la limpieza y la organización alcanzadas con la aplicación de las primeras 3S. Solo se obtiene con la aplicación continua de los tres principios anteriores. En esta etapa los mismos trabajadores adelantan programas y diseñan mecanismos para su propio beneficio. (Niño & Olave, 2004)

La estandarización pretende:

- Mantener el estado alcanzado con las tres primeras S.
- Enseñar al trabajador a elaborar normas, apoyado en la dirección y con el entrenamiento adecuado.
- Generar un modelo de la forma en que se debe mantener el equipo y la zona de trabajo.
- Verificar el cumplimiento de los estándares establecidos.

Beneficios de estandarizar:

- Permite mantener conocimiento producido durante años de trabajo.
- Mejora el bienestar del personal al crear hábitos de limpieza permanentes.
- Los operarios aprenden a conocer con detenimiento los equipos.
- Se prepara al personal para asumir mayores

responsabilidades.

- Aumenta la productividad de la planta al disminuir tiempos de procesos.

Shitsuke (Disciplina). Significa evitar que se quebranten los procedimientos ya establecidos. La disciplina es el canal entre las 5S y el mejoramiento continuo.

La disciplina implica (Niño & Olave, 2004):

- Respeto a normas y estándares definidos para conservación del lugar de trabajo.
- Respeto por las normas que regulan el funcionamiento de la organización.
- Promoción del hábito de autocontrol y reflexión sobre el nivel de cumplimiento de las normas.
- Comprensión de la importancia del respeto por los demás y por las normas que se han elaborado con la participación de todo el personal.

Beneficios de la disciplina:

- Crea una cultura de sensibilidad, respeto y cuidado de los recursos de la empresa.
- Permite cambiar hábitos, aumentando el seguimiento de estándares.
- Aumenta los niveles de satisfacción de los clientes.
- Convierte el área de trabajo en un lugar agradable para las personas.

Kanban

¿Qué es?

Es una herramienta de manejo del flujo de materiales en una línea de ensamble. Es una "etiqueta de instrucción", que contiene información que sirve como orden de trabajo, siendo un dispositivo de dirección automático que da información acerca de que se va a producir, en que cantidad, mediante qué medios, y como transportarlo. (Niño & Olave, 2004, pág. 27)

Objetivos

Controlar la producción: Por control de la producción se entiende la integración de los diferentes procesos y el desarrollo de un sistema Just in Time (JIT), en la cual los materiales llegarán en el tiempo y en la cantidad requerida a cada etapa del proceso, sí es posible incluyendo a los proveedores. (Niño & Olave, 2004, pág. 27)

Mejorar los procesos: Por mejora de los procesos se entiende la facilitación de mejora en las diferentes actividades de la empresa mediante el uso de Kanban y técnicas de ingeniería (eliminación de mudas, organización del área de trabajo, utilización de maquinaria vs. utilización en base a demanda, poka-yoke, reducción de inventarios).

Características

“En esencia los sistemas Kanban pueden aplicarse solamente en fábricas que impliquen producción repetitiva”. (Niño & Olave, 2004, pág. 28)

Reglas de kanban

No se debe mandar producto defectuoso a los procesos subsecuentes. La continuación de un producto defectuoso en la producción implica costos innecesarios que no pueden ser recuperados. Por tanto, sí se encuentra un defecto se deben tomar medidas para prevenir que este no vuelva a ocurrir. (Rosero Mantilla, 2018)

Los procesos subsecuentes requerirán solo lo que es necesario. Esto significa que el proceso subsecuente pedirá el material que necesita al proceso anterior, en la cantidad necesaria y en el momento adecuado.

Producir solamente la cantidad exacta requerida por el proceso subsiguiente. El mismo proceso debe restringir su inventario al mínimo, teniendo en cuenta:

- No producir más que el número de Kanban's.
- Producir en la secuencia en la que los Kanban's son recibidos.

Balancear la producción de manera que se pueda producir solamente la cantidad necesaria requerida por los procesos subsecuentes.

Evitar la especulación, Kanban se convierte en fuente de información para producción y transporte. Ya que los trabajadores dependerán de Kanban para llevar a cabo su trabajo, el balance del sistema de producción se convierte en un aspecto importante.

Estabilizar y racionalizar el proceso. El trabajo defectuoso existe si el trabajo no está estandarizado y racionalizado, por lo que deben tenerse en cuenta estos aspectos.

Beneficios

Kanban servirá para lo siguiente (Rosero Mantilla, 2018):

- Reducir los niveles de inventario, facilitando el control de materiales.
- Dar instrucciones basados en las condiciones actuales del área de trabajo.
- Prevenir que se agregue trabajo innecesario a aquellas órdenes ya empezadas y que se genere exceso de papeleo innecesario.
- Reducir el WIP (Work in Process).
- Proveer información rápida y precisa.
- Priorizar la producción, el Kanban con más importancia se pone primero que los demás.

Jidoka

Es una metodología la cual busca que cada proceso tenga su propio autocontrol de calidad (refiriéndose principalmente a procesos industriales de producción en línea o a gran escala). (Rosero Mantilla, 2018)

Este método no funciona solamente corrigiendo una irregularidad puntual, sino que investiga la causa raíz, permitiendo eliminarla y evitando su repetición en el futuro. (Rosero Mantilla, 2018)

Kaikaku

Proviene del japonés cambio radical en un periodo de tiempo muy determinado y a poder ser corto. Se busca generar un cambio de gran impacto en toda la pirámide organizacional, dar un nuevo enfoque a la manera de trabajar, los objetivos, tecnología utilizada, esta metodología se utiliza cuando la empresa entra en un valle donde no se aprecia mejoría y se hace uso de otras metodologías que no dan el rendimiento esperado. (VUJICA HERZOG , PALCIC , & POLAJNAR , 2008)

Evento Kaizen

Kaizen es una palabra japonesa que significa mejora continua. Un evento Kaizen, son acciones realizadas por un equipo multidisciplinario cuyo objetivo es mejorar un proceso determinado.

Los eventos Kaizen sirven para mejorar rápidamente un proceso mediante la implementación de herramientas que ayudan a reducir los desperdicios, mejorar la calidad, reducir la variabilidad y mejorar las condiciones de trabajo. (Castrejón Gallegos , 2016)

Poka yoke

Es una herramienta que significa “A prueba de errores”. Según Sassanelli, (2015): “Lo que se busca con esta forma de diseñar los procesos es eliminar o evitar equivocaciones ya sean de ámbito humano o automatizado. Este sistema se puede implantar también para facilitar la detección de errores”. (p. 18)

Si nos centramos en las operaciones que se realizan durante la fabricación de un producto, estas pueden tener muchas actividades intermedias y el producto final puede estar formado por un gran número de piezas. Durante estas actividades, puede haber ensamblajes y otras operaciones que suelen ser simples pero muy repetitivas. En estos casos, el riesgo de cometer algún error es muy alto, independientemente de la complejidad de las operaciones. Los “Poka-Yokes” ayudan a minimizar este riesgo con medidas sencillas y baratas. (Sassanelli, 2015, pág. 18)

Smed

En inglés significa Single-Minute Exchange of die o lo que es lo mismo, cambio de útil en un solo minuto. Se introduce la idea de que un cambio de maquina no debe suponer un tiempo superior a 10 minutos. Podemos entender como al cambio de maquinaria el tiempo que transcurre desde la fabricación de la última pieza válida hasta la obtención de la primera pieza correcta de la siguiente serie. (Mahvish Khurum & Gorschek, 2014)

El objetivo de SMED es simple: Cuando hay que cambiar de una herramienta a otra, o cuando en una línea de montaje se pasa de fabricar un modelo de producto a otro, y se necesita adaptar la línea, debemos planificarlo todo para que el tiempo gastado en el cambio de las herramientas o en el ajuste de las mismas sea el menor posible. (Mahvish Khurum & Gorschek, 2014)

Sistema Andon

En Kawasaki Motors, Estados Unidos, el sistema Andon permite a los trabajadores controlar la operación de las bandas transportadoras y ayuda a mantener los estándares de calidad al indicar a los supervisores tan pronto enfrentan un problema para el que necesitan ayuda. El trabajador puede presionar los botones detener, en marcha o precaución para cambiar de inmediato el estado de la línea de producción. La información visible para todos los obreros de la línea proporciona datos en

tiempo real sobre el estado de la producción durante el turno. Es evidente que la comunicación de las expectativas y la retroalimentación sobre el progreso hacia el cumplimiento de estas expectativas son factores importantes para el éxito. (Fortuny Santos, Cuatrecasas Arbós, Cuatrecasas Castellsaques, & Olivella Nada, 2008, pág. 19).

CONCLUSIONES

La manufactura esbelta se basa en la calidad y la productividad aceptable de un nivel más alto dentro de una empresa, con una variedad de herramientas y métodos, los mismos que nos ayudarán a suplir necesidades y optimizar la producción, así como también la eliminación de desperdicios. Este sistema de manufactura es útil ya que permite la satisfacción del cliente, aumentar la producción, ahorrar costos, disminuir el tiempo que un cliente debe esperar para recibir un producto, todo esto para lograr más beneficios y generar más utilidades por medio de la eliminación de aquellos procesos que no insertan valor al producto.

Este ensayo de investigación proporciona un marco teórico básico sobre la filosofía de Manufactura Esbelta, que no requieren grandes conocimientos técnicos, ni grandes inversiones y que serán de gran ayuda especialmente en pequeñas y medianas empresas u organizaciones.

Finalmente, la Manufactura Esbelta tiene la capacidad de lograr más, especialmente en la actualidad donde la población aumenta muy rápido, pero los recursos que este mundo tiene son muy limitados, más aún cuando son degradados y consumidos muy rápido.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bravo, D. (2008). Dspace.espol.edu.ec. Obtenido de Diseño de un Plan de Mejoras en una Industria de Plástico Aplicando Técnicas de Manufactura Esbelta: <https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/13403/3/PLAN%20DE%20MEJORAS%20APLICANDO%20MANUFACTURA%20ESBELTA.pdf>
- Castrejón Gallegos, A. (Mayo de 2016). Implementación De Herramientas De Lean Manufacturing En El Área De Empaque De Un Laboratorio Farmacéutico. Obtenido de <http://148.204.210.201/tesis/1471977793666TesisAbigailC.pdf>
- Díaz Del Castillo, F. (2009). FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN. Obtenido de LA MANUFACTURA ESBELTA: http://olimpia.cuautitlan2.unam.mx/pagina_ingenieria/mecanica/mat/mat_mec/m4/manufactura%20esbelta.pdf
- Fortuny Santos, J., Cuatrecasas Arbós, L., Cuatrecasas Castellsaques, O., & Olivella Nada, J. (2008). Universia Business Review. Obtenido de Metodología de implantación de la gestión lean en plantas industriales: <https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/105781/43302003.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Izalla, Y. Y. (2015). La importancia de la manufactura. Analítica, 1.
- Juárez, Y., Roja, J., Medina, J., & Pérez, A. (2011). Importancia de la manufactura. redalyc.org, 5.
- Mahvish Khurum, K., & Gorschek, T. (2014). Extending value stream mapping through waste definition beyond. Karlskrona, Sweden.: Published online in Wiley Online Library (wileyonlinelibrary.com). DOI: 10.1002/smr.1647.
- Niño, A., & Olave, C. (2004). repository.javeriana.edu.co. Obtenido de Modelo De Aplicación De Herramientas De Manufactura Esbelta Desde El Desarrollo Y Mejoramiento De La Calidad: <https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/7141/tesis66.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Rosero Mantilla, C. A. (2018). MANUFACTURA ESBELTA PARA DISMINUIR DESPERDICIOS. Ambato.
- Sassanelli, C. (2015). Towards a Lean Product Service Systems (PSS) Design: state of the art, opportunities and challenges. Milano: 7th Industrial Product-Service Systems Conference-PSS, industry transformation for sustainability and business.
- VUJICA HERZOG, N., PALCIC, I., & POLAJNAR, A. (2008). The State of the Art in Lean Manufacturing. Vienna, Austria : DAAAM International, ISBN 978-3-901509-66-7, ISSN 1726-9687.